

【0026】得られた磁器の円板部を平面研磨し、アセトン中で超音波洗浄し、150℃で1時間乾燥した後、円柱共振器法により測定周波数3.5～4.5GHzで比誘電率 $\epsilon_r$ 、Q値、共振周波数の温度係数 $\tau f$ を測定した。Q値は、マイクロ波誘電体において一般に成立するQ値×測定周波数 $f$ ＝一定の関係から1GHzでのQ値に換算した。共振周波数の温度係数 $\tau f$ は、-40～85℃の範囲で測定した。これらの結果を表1に示す。

【0027】表1からも明らかなように、本発明の範囲\*

\*外の誘電体では、比誘電率 $\epsilon_r$ 又はQ値が低い、あるいは $\tau f$ の絶対値が30を超えていた。

【0028】これらに対し、本発明により得られた誘電体は、比誘電率 $\epsilon_r$ が30以上、Q値が25000（1GHzにおいて）以上、 $\tau f$ が±30（ppm/℃）以内の優れた誘電特性が得られることがわかった。

【0029】

【表1】

| 試料<br>No | La <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>a | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub><br>b | SrO<br>c | TiO <sub>2</sub><br>d | 比誘電率<br>$\epsilon_r$ | Q値    | $\tau f$ |
|----------|-------------------------------------|-------------------------------------|----------|-----------------------|----------------------|-------|----------|
| 1        | 0.2233                              | 0.2267                              | 0.2731   | 0.2769                | 40                   | 44000 | +3       |
| 2        | 0.2207                              | 0.2303                              | 0.2744   | 0.2746                | 42                   | 41000 | +8       |
| 3        | 0.2195                              | 0.2305                              | 0.2751   | 0.2749                | 41                   | 40000 | +11      |
| 4        | 0.2305                              | 0.2195                              | 0.2555   | 0.2945                | 40                   | 41500 | +8       |
| 5        | 0.2200                              | 0.2500                              | 0.2550   | 0.2750                | 39                   | 44400 | -2       |
| 6        | 0.2250                              | 0.2250                              | 0.2750   | 0.2750                | 39                   | 50300 | +1       |
| 7        | 0.2200                              | 0.2200                              | 0.2905   | 0.2695                | 40                   | 39000 | +4       |
| 8        | 0.2195                              | 0.2195                              | 0.2805   | 0.2805                | 37                   | 42100 | -1       |
| 9        | 0.2195                              | 0.2195                              | 0.4610   | 0.1000                | 45                   | 43300 | +3       |
| 10       | 0.3500                              | 0.3500                              | 0.1500   | 0.1500                | 30                   | 61000 | -28      |
| 11       | 0.2900                              | 0.3100                              | 0.2000   | 0.2000                | 33                   | 62000 | -26      |
| 12       | 0.4500                              | 0.2850                              | 0.1200   | 0.1450                | 38                   | 42200 | -8       |
| 13       | 0.3250                              | 0.4500                              | 0.1050   | 0.1200                | 31                   | 52500 | -22      |
| 14       | 0.4000                              | 0.4000                              | 0.1000   | 0.1000                | 30                   | 48800 | -27      |
| 15       | 0.3555                              | 0.2945                              | 0.1500   | 0.2000                | 35                   | 40000 | -8       |
| 16       | 0.2195                              | 0.2195                              | 0.1000   | 0.4610                | 35                   | 37700 | +8       |
| 17       | 0.2200                              | 0.2300                              | 0.3500   | 0.2000                | 45                   | 30100 | +18      |
| 18       | 0.2350                              | 0.2195                              | 0.2750   | 0.2705                | 38                   | 49000 | -10      |
| 19       | 0.3100                              | 0.3100                              | 0.1900   | 0.1900                | 34                   | 51800 | -20      |
| 20       | 0.2500                              | 0.2500                              | 0.2500   | 0.2500                | 36                   | 51000 | -15      |
| 21       | 0.3300                              | 0.2500                              | 0.1500   | 0.2700                | 35                   | 40100 | -9       |
| 22       | 0.2500                              | 0.3000                              | 0.3500   | 0.1000                | 33                   | 38500 | -2       |
| 23       | 0.3050                              | 0.3000                              | 0.2450   | 0.1500                | 32                   | 33300 | -11      |
| 24       | 0.3500                              | 0.2750                              | 0.2750   | 0.1000                | 31                   | 25000 | -17      |
| 25       | 0.2850                              | 0.2000                              | 0.2570   | 0.2580                | 35                   | 32300 | -3       |
| *26      | 0.5606                              | 0.2194                              | 0.1400   | 0.0800                | 17                   | 9750  | -55      |
| *27      | 0.1460                              | 0.1300                              | 0.3600   | 0.3640                | 60                   | 16000 | +100     |
| *28      | 0.1100                              | 0.1100                              | 0.3900   | 0.3900                | 57                   | 18000 | +130     |
| *29      | 0.0960                              | 0.1040                              | 0.3500   | 0.4500                | 55                   | 18500 | +91      |
| *30      | 0.2194                              | 0.1050                              | 0.5540   | 0.1216                | 68                   | 11000 | +89      |
| *31      | 0.0790                              | 0.0790                              | 0.3900   | 0.4520                | 67                   | 13500 | +75      |
| *32      | 0.5000                              | 0.1550                              | 0.1700   | 0.1750                | 19                   | 6500  | -110     |
| *33      | 0.2400                              | 0.4670                              | 0.1450   | 0.1480                | 13                   | 8100  | -98      |
| *34      | 0.1000                              | 0.1000                              | 0.2450   | 0.5550                | 47                   | 9200  | +78      |
| *35      | 0.4000                              | 0.4505                              | 0.0595   | 0.0900                | 17                   | 16500 | -61      |

\*を付けた試料番号は本発明の範囲外のものである。

【0030】次に、表1の試料No. 8、4、1において、La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>のLaを他の希土類元素と代えて実験を行った。結果を表2に示す。

【0031】この表2より、希土類酸化物としてLa<sub>2</sub>O<sub>3</sub>に代えて他の希土類酸化物を用いても、同様に比誘

電率 $\epsilon_r$ が30以上、Q値が25000以上、 $\tau f$ の絶対値が30以内と実用充分な特性を有していることが判った。

【0032】

【表2】

| 試料No | 希土類元素             | $\epsilon r$ | Q値    | $\tau f$ | 備考   |
|------|-------------------|--------------|-------|----------|--|
| 36   | Nd                | 35           | 48000 | -16      | 表1の試料No. 8<br>a=0.2500<br>b=0.2500<br>c=0.2500<br>d=0.2500 |
| 37   | 0.2Nd・0.8La       | 36           | 48900 | -15      |  |
| 38   | Ce                | 36           | 45000 | -10      |  |
| 39   | 0.2Ce・0.8La       | 35           | 44500 | -12      |  |
| 40   | Pr                | 32           | 43000 | -5       |  |
| 41   | 0.2Pr・0.8La       | 33           | 42100 | -6       |  |
| 42   | Sm                | 34           | 44000 | -11      |  |
| 43   | 0.2Sm・0.8La       | 34           | 43500 | -12      |  |
| 44   | Eu                | 35           | 50000 | -8       |  |
| 45   | 0.2Eu・0.8La       | 34           | 49500 | -8       |  |
| 46   | Gd                | 31           | 43500 | -7       |  |
| 47   | 0.2Gd・0.8La       | 32           | 44700 | -5       |  |
| 48   | Dy                | 31           | 48500 | -2       |  |
| 49   | 0.2Dy・0.8La       | 32           | 47200 | -1       |  |
| 50   | Er                | 30           | 41000 | -3       |  |
| 51   | 0.2Er・0.8La       | 32           | 40000 | -5       |  |
| 52   | Yb                | 30           | 37500 | -5       |  |
| 53   | 0.2Yb・0.8La       | 33           | 36000 | -7       |  |
| 54   | Nd                | 39           | 41000 | +7       | 表1の試料No. 4<br>a=0.2305<br>b=0.2195<br>c=0.2555<br>d=0.2945 |
| 55   | 0.5Nd・0.5La       | 39           | 43000 | +6       |  |
| 56   | Sm                | 38           | 39000 | +5       |  |
| 57   | 0.5Sm・0.5La       | 38           | 40500 | +4       |  |
| 58   | Dy                | 36           | 40000 | +9       |  |
| 59   | 0.5Dy・0.5La       | 35           | 38000 | +5       |  |
| 60   | 0.2Nd 0.2Sm 0.6La | 36           | 38500 | +1       | 表1の試料No. 1<br>a=0.2233<br>b=0.2267<br>c=0.2731<br>d=0.2769 |
| 61   | 0.2Nd 0.2Dy 0.6La | 36           | 37000 | -1       |  |
| 62   | 0.2Nd 0.2Pr 0.6La | 34           | 35500 | -3       |  |
| 63   | 0.2Sm 0.2Dy 0.6La | 34           | 36000 | -4       |  |

【0033】実施例2次に、上記表1、表2中のさまざまな試料の組成物を主組成として、表3に示す種々の含有量となるように、 $MnO_2$  を添加した。なお、出発原料としては、 $MnCO_3$  等のように、酸化することで $MnO_2$  になるマンガン化合物を用いれば良い。

【0034】その後、実施例1と同様にして得られた焼結体の比誘電率 $\epsilon r$ 、Q値、共振周波数の温度係数 $\tau f$ を測定した。

【0035】結果を表3に示すように、7.0重量部以下の $MnO_2$  を含有させたものは、 $\epsilon r$ や $\tau f$ を変化させずにQ値を向上できることが判る。ただし、 $MnO_2$  の含有量が7.0重量部を越えると極端にQ値が低下することから、 $MnO_2$  の含有量は、7.0重量部以下とすれば良い。

【0036】

30 【表3】

| 試料<br>No. | 主成分の<br>組成 | MnO <sub>2</sub> の含有量<br>(wt%) | $\epsilon r$ | Q 値       | $\tau f$ |
|-----------|------------|--------------------------------|--------------|-----------|----------|
| 6 4       | No. 8      | 0. 2 2                         | 3 9          | 4 6 3 0 0 | - 2      |
| 6 5       |            | 1. 0 0                         | 3 9          | 4 6 7 0 0 | - 2      |
| 6 6       |            | 7. 0 0                         | 4 0          | 4 5 5 0 0 | 0        |
| 6 7       |            | 5. 0 0                         | 3 9          | 4 6 1 0 0 | - 1      |
| 6 8       |            | 0. 0 1                         | 3 9          | 4 4 9 0 0 | - 2      |
| 6 9       |            | 3. 5 0                         | 3 9          | 4 7 1 0 0 | - 2      |
| 7 0       |            | 0. 0 0 5                       | 3 9          | 4 4 4 0 0 | - 2      |
| * 7 1     |            | 7. 5 0                         | 4 1          | 3 5 5 0 0 | 2        |
| * 7 2     |            | 8. 0 0                         | 4 1          | 1 9 0 0 0 | 5        |
| 7 3       | No. 3 6    | 0. 0 1                         | 3 6          | 4 8 5 0 0 | - 1 5    |
| 7 4       |            | 1. 0 0                         | 3 7          | 5 1 5 0 0 | 1 5      |
| 7 5       |            | 5. 0 0                         | 3 7          | 5 4 0 0 0 | - 1 4    |
| 7 6       |            | 7. 0 0                         | 3 7          | 4 9 0 0 0 | - 1 4    |
| * 7 7     |            | 8. 0 0                         | 3 8          | 2 4 5 0 0 | - 1 3    |
| 7 8       | No. 3 7    | 0. 0 1                         | 3 6          | 4 9 9 0 0 | - 1 4    |
| 7 9       |            | 1. 0 0                         | 3 6          | 5 1 0 0 0 | - 1 3    |
| 8 0       |            | 5. 0 0                         | 3 7          | 5 4 0 0 0 | - 1 3    |
| 8 1       |            | 7. 0 0                         | 3 7          | 4 9 2 0 0 | - 1 2    |
| * 8 2     |            | 8. 0 0                         | 3 7          | 2 3 1 0 0 | - 1 2    |
| 8 3       | No. 4 2    | 0. 0 1                         | 3 5          | 4 5 0 0 0 | - 1 0    |
| 8 4       |            | 1. 0 0                         | 3 5          | 4 7 0 0 0 | - 1 0    |
| 8 5       |            | 5. 0 0                         | 3 6          | 4 9 0 0 0 | - 9      |
| 8 6       |            | 7. 0 0                         | 3 6          | 4 4 5 0 0 | - 9      |
| * 8 7     |            | 8. 0 0                         | 3 6          | 2 3 0 0 0 | - 8      |
| 8 8       | No. 4 3    | 0. 0 1                         | 3 4          | 4 4 5 0 0 | - 1 1    |
| 8 9       |            | 1. 0 0                         | 3 4          | 4 7 0 0 0 | - 1 1    |
| 9 0       |            | 5. 0 0                         | 3 4          | 4 7 5 0 0 | - 1 0    |
| 9 1       |            | 7. 0 0                         | 3 5          | 4 5 1 0 0 | - 1 0    |
| * 9 2     |            | 8. 0 0                         | 3 5          | 2 2 0 0 0 | - 9      |
| 9 3       | No. 4 8    | 0. 0 1                         | 3 1          | 4 9 8 0 0 | - 2      |
| 9 4       |            | 1. 0 0                         | 3 2          | 5 1 2 0 0 | - 1      |
| 9 5       |            | 5. 0 0                         | 3 2          | 5 2 2 0 0 | + 1      |
| 9 6       |            | 7. 0 0                         | 3 2          | 4 9 2 0 0 | + 3      |
| * 9 7     |            | 8. 0 0                         | 3 3          | 2 1 6 0 0 | + 3      |
| 9 8       | NO. 4 9    | 0. 0 1                         | 3 3          | 4 8 1 0 0 | - 1      |
| 9 9       |            | 1. 0 0                         | 3 3          | 4 9 8 0 0 | 0        |
| 100       |            | 5. 0 0                         | 3 4          | 5 1 2 5 0 | + 1      |
| 101       |            | 7. 0 0                         | 3 3          | 5 2 8 0 0 | + 2      |
| * 102     |            | 8. 0 0                         | 3 3          | 2 0 9 0 0 | + 2      |

\* を付けた試料番号は本発明の範囲外のものである。

【0037】

\* \* 【表 4】

| 試料<br>No. | 主成分の<br>組成 | MnO <sub>2</sub> の含有量<br>(wt%) | $\epsilon r$ | Q 値       | $\tau f$ |
|-----------|------------|--------------------------------|--------------|-----------|----------|
| 103       | No. 6 0    | 0. 0 1                         | 3 6          | 3 9 0 0 0 | + 1      |
| 104       |            | 1. 0 0                         | 3 6          | 4 1 5 0 0 | + 1      |
| 105       |            | 5. 0 0                         | 3 6          | 4 3 0 5 0 | + 2      |
| 106       |            | 7. 0 0                         | 3 7          | 4 0 5 0 0 | + 2      |
| * 107     |            | 8. 0 0                         | 3 7          | 2 4 5 0 0 | + 2      |
| 108       | No. 6 1    | 0. 0 1                         | 3 7          | 3 8 0 0 0 | - 1      |
| 109       |            | 1. 0 0                         | 3 7          | 3 9 8 0 0 | - 1      |
| 110       |            | 5. 0 0                         | 3 8          | 4 1 2 0 0 | 0        |
| 111       |            | 7. 0 0                         | 3 9          | 3 9 3 0 0 | + 1      |
| * 112     |            | 8. 0 0                         | 3 9          | 2 2 4 0 0 | + 1      |

\* を付けた試料番号は本発明の範囲外のものである。

【0038】

【発明の効果】以上詳述した通り、本発明によれば、金属元素として少なくとも希土類元素 (Ln), Al, Sr, Ti を含有し、これらの金属元素のモル比による組成式を  $aLn_2O_x \cdot bAl_2O_3 \cdot cSrO \cdot dTi$  50

O<sub>2</sub> と表した時、前記 a、b、c、d 及び x が、

$0.2194 < a \leq 0.4500$

$0.2194 < b \leq 0.4500$

$0.1000 \leq c \leq 0.4610$

$0.1000 \leq d \leq 0.4610$

$$3 \leq x \leq 4$$

(ただし  $a + b + c + d = 1$ )

と表される組成範囲内に調整して誘電体磁器組成物を得ることによって、高周波領域において高い誘電率及び高いQ値を有するとともに、共振周波数の温度係数 $\tau f$ を安定に小さく制御することができた。

【0039】また、本発明によれば、上記主成分100重量部に対し、 $MnO_2$ 換算で7.0重量部以下のMnを含有することによって、さらにQ値を向上させることができる。

【0040】それにより、本発明の誘電体磁器組成物は、例えば、自動車電話、コードレステレホン、パーソ

ナル無線機、衛星放送受信機等の装置において、マイクロ波やミリ波領域において使用される共振器用材料やM I C用誘電体基板材料、誘電体導波線路、誘電体アンテナ、その他の各種電子部品等に好適に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の誘電体共振器を示す概略図である。

【符号の説明】

1 : 金属ケース

2 : 入力端子

3 : 出力端子

4 : 共振媒体

【図1】

